

몰입형 농업체험 교육을 위한 햅틱 인터랙션 시스템

Haptic Interaction System For Immersive Farming Experience Education

김민석(Minseok Kim), 허용해(Yong Hae Heo), 신정민(Jungmin Shin), 김상연(Sang-Youn Kim)

Interaction lab.

Korea University of Technology and Education
{036ab, huice, jmshin, sykim}@koreatech.ac.kr

요약

본 연구에서는 몰입형 농사 체험을 위한 햅틱인터랙션 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템은 다양한 지형의 강성을 표현할 수 있는 가상 환경을 직접 걷는 듯한 느낌을 받을 수 있는 MR 유체 기반의 햅틱 액추에이터를 사용한 햅틱 신발, 위치 추적 장치, 시각 제공 장치, 다양한 지형의 강성 정보를 제공하는 가상환경으로 구성된다. 본 연구에서 제안한 시스템은 토양의 상태(일반 토양, 비에 젖은 토양, 낮은 온도로 인해 얼려진 토양)에 따른 다양한 촉각을 사용자의 발에 표현할 수 있기 때문에 몰입도 높은 현장감으로 보다 효과적인 농사체험 경험을 제공해줄 수 있을 것으로 기대된다.

키워드: 햅틱스, 햅틱 신발, 가상현실, 스마트 물질, 농사

Abstract

This paper presents a haptic interaction system that provides users with an immersive farming experience. The proposed system consists of haptic shoes, location tracking devices, visual provision devices, and virtual environments providing rigidity information on various terrain using MR fluid-based haptic actuators that can feel as if walking directly in a virtual environment capable of expressing rigidity. The system proposed in this study is expected to provide a more effective farming experience with a high immersive experience because it can express various tactile sensations due to soil conditions (general soil, wet soil, and frozen soil at low temperatures).

Key words: Haptics, Haptic Shoes, VR, Smart Materials, Farming

1. 서론

최근 농업에 대한 관심은 그 이전에 비해 높아졌으며 농업에 대한 관심도 달라지고 있다. 이에 따른 국내외적인 변화도 다양하다. 세계적으로는 코로나19 팬데믹과 기후변화의 가속화, 세계적인 인플레이션의 압박에 따른 곡물 가격 상승 등으로 상황이 많이 변화하고 있다. 또한 국내적으로도 폭등하는 수도권 집값과 도시 생활에 대한 회의, 자연환경에 대한 관심 증가와 더불어 코로나19 이후의 고용시장 타격으로 인해 귀농 가구가 급증하는 추세이고, 도시민들의 삶의 질 향상과 더불어 도시 농업에 대한 관심과 소비자들의 욕구는 식량난 해소나 경제적인 측면을 넘어 도시 내의 환경과 안전한 먹거리에 대한 관심, 노년층의 사회참여 및 여가 기회 제공 등으로 확대 발전되고 있다.

농업에 대한 관심의 상승은 실질적으로 농업을 탄탄한 삶의 기반으로 지속하는데 필요로 하는 물적/인적 기반의 지원과 투자가 필요하다. 최근 귀농 후 역량 및 경험 부족으로 초래되는 저조한 수입과 급증한 귀농인에 비해 턱없이 부족한 지원 및 교육시설로 인해 귀농 인구 중 30% 이상이 5년 이내 도시로 다시 발길을 돌리는 현상이 발생하여 청년과 귀촌인에 대한 취업과 창업 역량 강화 지원 및 투자도 증가하고 있다[1]. 특히 도시농업에서는 도심 속 삶의 다양한 삶의 환경(건물의 옥상이나 베란다, 텃밭, 공원, 유희지, 플랜터 등)에서 생육이 원활할 수 있도록 조건에 적합한 최적의 토양에 대한 연구도 진행되고 있다[2].

이처럼 농업에 대한 관심과 변화는 다양한 농업교육 관련 콘텐츠 개발로 이어지고 있다. 이러한 추세와 함께 비용 절감과 효율성 차원에서 가상현실 기술을 적용한 콘텐츠의 개발도 증가하고 있다. 기존의 가상현실(Virtual Reality) 기반 농업 콘텐츠들은 작물마다 다른 파종 시기와 지역마다 다른 기후 환경으로 인한 시간적, 공간적 제약을 해결하는데 집중하는 내용이 대부분이라고 할 수 있다[3][4]. 그러나 농업에서 토양에 대한 이해는 기본적인 것으로

이를 학습할 수 있는 콘텐츠가 필요한데 기존에 개발된 VR 기반의 농업교육 콘텐츠 중 땅의 특성(일반 토양, 진흙 등)에 따른 지형의 강성 표현을 제공하는 콘텐츠를 찾기는 어렵다. 즉, 기존의 콘텐츠로는 사용자가 작물 수확 등의 작업을 수행할 때 땅의 종류에 따라 느껴지는 발의 촉각을 제대로 이해할 수 없게 되어 토양에 대한 감각적 이해와 현장감 높은 교육 효과를 구현하는 데 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 사용자의 현장감을 높이고 땅의 지형 및 조건에 따라 발에 촉각 감각을 제공할 수 있는 햅틱 신발을 기반으로 한 농업 체험 시스템을 제안한다.

2. 시스템 구성

제안하는 시스템은 가상 환경, 햅틱 신발, 시각 제공 장치(HMD: Head Mounted Display)로 구성된다. 가상 환경은 다양한 토양의 종류를 제공하고, 사용자가 느낄 수 있는 강성 정보를 가지는 3D 가상 환경이다. 햅틱 신발은 사용자가 발을 땅에 디뎠을 때 가상 환경으로부터 토양의 강성 정보를 받아와 이를 표현하는 장치이다. HMD는 사용자에게 가상 환경의 정보를 입체적으로 제공해주는 데 사용된다.

2.1 가상 환경

가상 환경은 Unity 프로그램 C# 언어로 개발되었으며, 토양은 그 종류에 따라 1) 일반 토양, 2) 비에 젖은 토양, 3) 낮은 온도로 인해 얼려진 토양으로 구분하여 구현하였다. 사용자는 가상환경에서 햅틱 신발을 통해 토양의 강성 정보를 느낄 수 있다.([그림 1]참조).



그림 1. 가상 환경, 1) 일반 토양, 2) 비에 젖은 토양, 3) 낮은 온도로 인해 얼려진 토양

2.2 햅틱 신발

햅틱 신발은 1) 햅틱 액추에이터와 2) 위치추적장치로 구성된다(그림 2참조). 햅틱 액추에이터는 사용자가 발을 딛을 때 눌리는 강도를 조절해 지형의 강성을 표현하는 햅틱 장치이다. 위치추적장치는 신발의 위치정보를 가상환경에 실시간으로 전달하여, 가상환경에서 사용자가 지형을 밟았는지를 판단하는 데 사용된다.

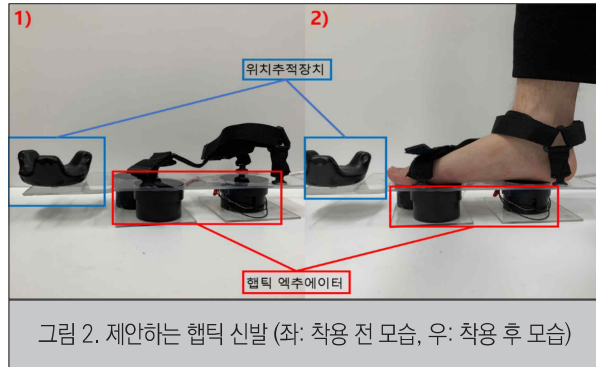


그림 2. 제안하는 햅틱 신발 (좌: 착용 전 모습, 우: 착용 후 모습)

2.2.1 햅틱 액추에이터

개발된 햅틱 액추에이터는 위, 아래로 수직 선형 운동을 하며 전압이 가해졌을 때는 저항력을 생성하는 구조로 되어 있다(그림 3 참조).

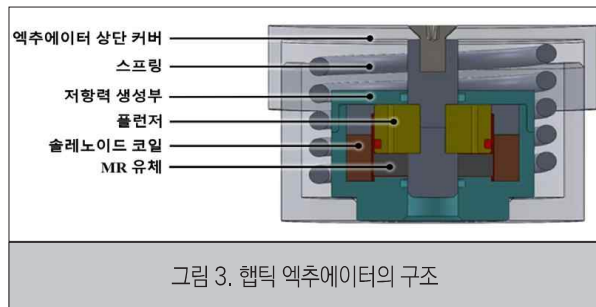


그림 3. 햅틱 액추에이터의 구조

햅틱 액추에이터의 동작은 상부에 압력이 가해지면 플런저는 아래로, MR유체는 플런저 위로 이동하며 액추에이터가 눌리게된다. 압력이 줄어들면 스프링에 의

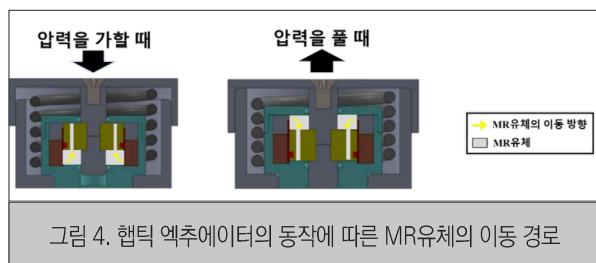


그림 4. 햅틱 액추에이터의 동작에 따른 MR유체의 이동 경로

해 액추에이터가 초기 상태로 복원된다(그림 4 참조).

MR(Magneto-Rheological) 유체란 평소 유체이지만 자기장이 가해지면 고체화되는 스마트 물질이다[5]. 최근에는 MR 유체를 이용하여 저항력을 조절하여 자동차의 서스펜션을 만드는 데도 사용되고 있다[6]. 이처럼 MR 유체는 저항력을 변화시키는 데 매우 유용한 물질로 주목받고 있다. 본 연구에서는 이 MR 유체를 기반으로 한 햅틱 액추에이터를 개발하였다. 그림 4는 개발된 햅틱 액추에이터의 동작 원리를 나타낸다. 액추에이터에 압력을 가했을 때, MR 유체가 유체 상태라면 MR 유체는 윤활유처럼 작용해 액추에이터가 쉽게 눌린다(그림 4 참조). 하지만 MR 유체의 동작 조건 중 압축 모드(그림 5참조)로 활성화되어 고체화되면, 윤활유 역할을 하지 않을 뿐만 아니라 액추에이터가 고체를 누르는 것이기 때문에 액추에이터는 누르는 힘에 대한 저항력을 가지게 된다.

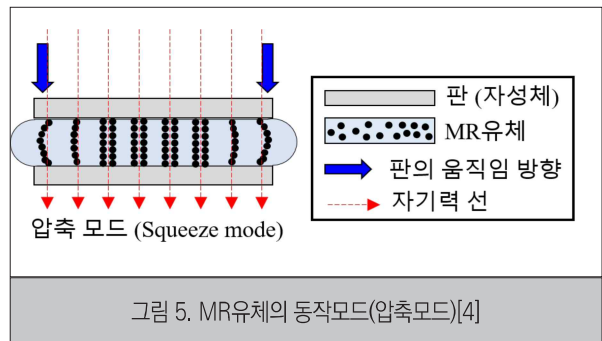


그림 5. MR유체의 동작모드(압축모드)[4]

2.2.2 위치추적장치

위치추적장치는 사용자 발의 움직임을 추적하고 지형과의 충돌을 감지할 수 있게 한다. 본 연구에서는 HTC VIVE 社 VIVE 트래커 제품의 트래킹 기술을 활용하였다.

3. 결론

본 연구에서는 가상환경으로 구현된 토양을 직접 걷는 듯한 느낌을 제공할 수 있는 MR 유체 기반의 햅틱 신발 및 가상환경을 제안하였다. 개발된 햅틱 신발은 자기장에 의해 점성이 변하는 MR 유체를 이

용하여 토양의 종류에 따라서 다양한 세기의 저항력을 표현할 수 있다. 따라서, 본 연구에서 제안한 시스템은 토양의 상태(일반 토양, 비에 젖은 토양, 낮은 온도로 인해 얼려진 토양)에 따른 다양한 촉각을 사용자의 발에 표현할 수 있기 때문에 토양이 기초가 되는 농업 체험 학습에 더욱 높은 현장감을 제공해줄 수 있을 것으로 기대된다. 다만, 본 연구에서 다루지 않은 사용자 평가에 대한 보완이 필요하다. 따라서 후속 연구에서는, 제작된 햅틱 신발을 착용했을 때 실제로 가상환경 내의 지형 감을 인지할 수 있는지에 대한 충분한 사용자 평가를 진행하여 농업 교육 및 농사 체험 콘텐츠로서 본 시스템의 적합도를 추가로 확보할 필요가 있다.

design of torque feedback actuator capable of generating squeeze mode of magnetorheological fluids”, HCI Korea, vol. 15, no.87, pp. 399-401, 2018.

[6] HYUNDAI Rotem, “Hyundai rotem MR damper technology to improve car ride experience”, Retrieved from <https://blog.hyundai-rotem.co.kr/576>, 2021.

참고 문헌

- [1] S. Y. Kim, “Will the population of farming and returning villages increase after COVID-19? Will it decrease?”, Retrieved from <https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4479445>, 2020.
- [2] W. J. Park, G. H. Han, S. H. Kwon, M. O. Park and B. H. Koo, “Growth characteristics of herbaceous plants by soil condition to revitalize the urban agriculture”, The Korea Society of Environmental Restoration Technology, vol. 15, no. 2, pp. 1-8, 2012.
- [3] D.-I. Bae, W.-S. Jeon, J.-W. Kim, K.-J. Kim, Y.-J. Kim, J.-Y. Park, S.-Y. Rhee, “A virtual reality content for rural migrants”, Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, vol. 31, no. 2, pp. 164-170, 2021.
- [4] H. S. Yu and S. H. Kim, “3D virtual vpace agriculture education game based on historic environment simulation and guiding NPC”, Korean Society For Computer Game, vol. 18, no. 9, pp. 65-71, 2009.
- [5] I.-h. Yun and S.-Y. Kim, “Conceptual